

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

DANIEL DONIZETE NUNES FERREIRA

**BENEFÍCIOS DO TIJOLO SOLO-CIMENTO EM RELAÇÃO  
AO TIJOLO CONVENCIONAL EM TERMOS DE  
SUSTENTABILIDADE**

Paracatu

2019

DANIEL DONIZETE NUNES FERREIRA

**BENEFÍCIOS DO TIJOLO SOLO-CIMENTO EM RELAÇÃO AO TIJOLO  
CONVENCIONAL EM TERMOS DE SUSTENTABILIDADE**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Materiais de construção

Orientador: Prof. Msc. Willian Soares Damasceno.

Paracatu

2019

DANIEL DONIZETE NUNES FERREIRA

**BENEFÍCIOS DO TIJOLO SOLO-CIMENTO EM RELÇÃO AO TIJOLO  
CONVENCIONAL EM TERMOS DE SUSTENTABILIDADE**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Materiais de Construção

Orientador: Prof. Msc. Willian Soares Damasceno.

Banca Examinadora:

Paracatu- MG, 18 de novembro de 2019.

---

Prof. Msc. Willian Soares Damasceno  
Centro Universitário Atenas

---

Prof. Douglas Gabriel Pereira  
Centro Universitário Atenas

---

Prof. Matheus Dias Ruas  
Centro Universitário Atenas

Dedico aos meus pais por sempre estarem ao meu lado me auxiliando e me dando forças para vencer. Nos momentos mais difíceis tem sido uma âncora na minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por estar me ajudando a concluir esse curso e ter me ajudado nas horas que mais precisei.

Aos meus pais por me darem apoio para a realização desse curso e estarem sempre presente.

“Viva em harmonia com as leis da natureza e você nunca será pobre, viva em harmonia com as opiniões e você nunca será rico.”

*Sêneca.*

## RESUMO

A construção civil tem sido um dos setores que mais degradam o meio ambiente, levando a necessidade de busca por materiais e técnicas sustentáveis. O tijolo ecológico de solo e cimento tem se mostrado um material bastante sustentável na construção civil tanto no seu processo de fabricação quanto na sua aplicação na construção. O presente trabalho tem como objetivo analisar a sustentabilidade do tijolo solo-cimento comparado ao de argila. A pesquisa qualitativa de estudo de caso buscou mostrar os benefícios ecológicos nos processos de fabricação e aplicação do tijolo ecológico de solo e cimento comparado ao tijolo convencional de argila através da análise realizada em fábricas de ambos materiais. Verificou maiores benefícios ecológicos no processo de produção do tijolo solo-cimento em relação ao de argila, por não utilizar madeira e nem liberar CO<sub>2</sub>. Conclui-se que a falta de profissionais que sabem trabalhar com o tijolo ecológico tem sido o principal problema enfrentado pelo fabricante de tijolo de solo-cimento.

**Palavra-Chave:** Sustentabilidade. Tijolo. Construção civil.

## **ABSTRACT**

*Civil construction has been one of the most environmentally degrading sectors, leading to the need to search for sustainable materials and techniques. Eco-friendly soil and cement bricks have proven to be a very sustainable material in construction both in its manufacturing process and its application in construction. The present work aims to analyze the sustainability of soil-cement brick compared to clay brick. The qualitative case study research aimed to show the ecological benefits in the processes of manufacture and application of ecological soil and cement brick compared to conventional clay brick through the analysis performed in factories of both materials. It found greater ecological benefits in the production process of soil-cement brick compared to clay, for not using wood or releasing CO<sub>2</sub>. It is concluded that the lack of professionals who know how to work with green brick has been the main problem faced by the soil-cement brick manufacturer.*

**Keyword:** Sustainability. Brick. Construction.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 01</b>	– Composição do tijolo solo-cimento	14
<b>FIGURA 02</b>	– Fundação em tijolo solo-cimento	23
<b>FIGURA 03</b>	– Cintas e amarração em tijolo solo-cimento	24
<b>FIGURA 04</b>	– Instalação hidráulica e elétrica	24
<b>FIGURA 05</b>	– Fábrica de tijolo solo-cimento	25
<b>FIGURA 06</b>	– Ponto ideal da massa de tijolo solo-cimento	26
<b>FIGURA 07</b>	– Prensa de tijolo solo-cimento	27
<b>FIGURA 08</b>	– Amostra de modelo de pilares/colunas	28
<b>FIGURA 09</b>	– Fábrica de tijolo de argila em Riachinho MG	29
<b>FIGURA 10</b>	– Armazenamento da argila na fábrica	29
<b>FIGURA 11</b>	– Caixa que alimenta as esteiras	30
<b>FIGURA 12</b>	– Trituração da argila	30
<b>FIGURA 13</b>	– Prensa de tijolos	31
<b>FIGURA 14</b>	– Estufa de secagem	31
<b>FIGURA 15</b>	– Fornos de cozimento dos tijolos	32
<b>FIGURA 16</b>	– Madeira para fornos	35
<b>FIGURA 17</b>	– Liberação de CO <sub>2</sub> dos fornos	35
<b>FIGURA 18</b>	– Lixo de construção civil	38
<b>FIGURA 19</b>	– Isolamento acústico e térmico	39
<b>FIGURA 20</b>	– Casa de tijolo de solo-cimento	40

## **LISTA DE QUADROS**

<b>QUADRO 01</b> – Roteiro de coleta de dados da fábrica de tijolo de argila	18
<b>QUADRO 02</b> – Roteiro de coleta de dados da fábrica de tijolo de solo-cimento	19
<b>QUADRO 03</b> – Comparativo entre as fábricas	33

## **LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS**

CO<sub>2</sub> – Gás carbônico

NBR – Norma Técnica

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio à micro e pequenas empresas

ANICER – Associação Nacional de Indústria de Cerâmica

RCC – Resíduos de Construção Civil

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	13
<b>1.1 PROBLEMA</b>	15
<b>1.2 HIPÓTESE</b>	15
<b>1.3 OBJETIVOS</b>	15
<b>1.3.1 OBJETIVO GERAL</b>	15
<b>1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	15
<b>1.4 JUSTIFICATIVA</b>	16
<b>1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO</b>	16
<b>1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO</b>	20
<b>2 REVISSÃO BIBLIOGRAFICA</b>	21
<b>2.1 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL</b>	21
<b>2.2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DOS TIJOLOS</b>	21
<b>2.2.1 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TIJOLOS SOLO-CIMENTO</b>	21
<b>2.2.2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO TIJOLO CONVENCIONAL DE ARGILA</b>	22
<b>2.3 APLICAÇÃO DO TIJOLO SOLO-CIMENTO NA ALVENARIA</b>	22
<b>3 RESULTADOS E DISCURSÃO</b>	25
<b>3.1 CARACTERIZAÇÃO DA FÁBRICA DE TIJOLO SOLO-CIMENTO VISITADA</b>	25
<b>3.2 CARACTERIZAÇÃO DA FÁBRICA DE TIJOLO DE ARGILA VISITADA</b>	28
<b>3.3 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS FÁBRICAS DE TIJOLOS</b>	32
<b>4 BENEFÍCIOS ECOLÓGICOS DA APLICAÇÃO DO TIJOLO SOLO-CIMENTO NA ALVENARIA</b>	37
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	41
<b>REFERÊNCIAS</b>	42

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento demográfico tem gerado grandes impactos na natureza, por isso nota-se uma preocupação geral da maioria das organizações quanto à proteção e os cuidados com o meio ambiente. Observa-se que a área de construção civil é um dos setores que mais consomem os recursos naturais e degradam o meio ambiente, levando a busca pela necessidade de desenvolvimento de técnicas inovadoras nesse ramo que sejam eficientes, de qualidade e sustentáveis (PISANI, 2005).

Os recursos naturais são esgotáveis sendo necessário sempre inovar com produtos e técnicas que não causem a escassez desses. Os materiais utilizados na produção do tijolo ecológico além de ter em abundância na natureza não utilizam técnicas que maltratam o meio ambiente, mostrado como uma alternativa sustentável na construção, além disso possui vários outros benefícios da sua utilização se comparado ao tijolo convencional (DANTAS, 2015).

O tijolo ecológico tem essa denominação por não necessitar de serem queimados no seu processo de fabricação, isso ajuda a diminuir a emissão de gás carbônico lançado na atmosfera e o efeito estufa, além disso vários outros fatores são beneficiados com esse sistema construtivo como por exemplo a redução dos entulhos gerados quando se comparado com sistemas construtivos convencionais que geram uma grande quantidade de restos de obra (FIAIS, SOUZA, 2017).

A aplicação de solo-cimento começou a ser implantada no Brasil com as construções na fazenda inglesa em Petrópolis, após também foi construído o Hospital, Adriano Jorge em Manaus, que ainda hoje se encontra em bom estado de funcionamento e conservação, porém essa técnica só se efetivou em construções civis em 1978 quando Banco Nacional de Habitação aprovou essa técnica para construções de habitações populares (TECHNE, 2004).

São vários os benefícios da aplicação de tijolos ecológicos fabricados solo e cimento na alvenaria, além de conforto e durabilidade possui a característica de ser ecológico. Estudos mostram uma economia de até 40% em comparação ao sistema construtivo convencional, essa última ocorre um grande desperdício de materiais, a necessidade de quebrar paredes para passar a instalação elétrica e hidráulica, acarretam na geração de muito entulho e perda de produto, cerca de 1/3 do material vai

para o lixo, já no sistema ecológico isso não acontece, as instalações são realizadas dentro dos próprios ductos formados pelos tijolos (NETO, 2010).

A NBR 12023, define o tijolo ecológico solo-cimento como um produto enrijecido que resulta da mistura do solo, cimento e água em proporções estabelecidas pela NBR 12253 (ABNT, 2012).

**FIGURA 1** - Composição do tijolo solo-cimento



Fonte: (NASCIMENTO et al, 2018)

A dosagem utilizada na fabricação do tijolo solo-cimento é de uma parte de cimento para doze partes de solo. O solo deve ser classificado como misto devendo possuir maiores quantidades de areia do que de argila, não deve possuir matéria orgânica e ter um reduzido teor de silte (FILHO, 2014).

Os solos mais indicados são os arenosos, possuindo em sua composição um teor de 60% a 80% de areia da massa total. Se não for possível um solo com esses teores pode-se fazer uma correção granulométrica no solo disponível, colocando 70% de areia e 30% de silte e argila (FILHO, 2014).

O cimento é essencial para dar resistência ao tijolo, e a água auxilia na cura, esta deve ser isenta de impurezas nocivas a hidratação do cimento (ABNT, 2012).

De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP,2000), os solos mais adequados para a fabricação do tijolo ecológico solo-cimento são aqueles que seu total passa pela peneira ABNT de 4,8mm, 10% a 50% da amostra passa pela peneira ABNT 0,075mm, e que apresenta um limite de liquidez menor ou igual a 45% e índice de plasticidade menor ou igual a 18%.

## **1.1 PROBLEMA**

Quais os benefícios ecológicos do tijolo solo-cimento em relação ao tijolo convencional em termos de sustentabilidade

## **1.2 HIPÓTESES**

Acredita-se que muitos materiais são utilizados na construção civil por motivo de conveniência, sem se pensar no impacto ambiental que causam, isso pode levar ao aumento dos danos ambientais. Para tanto pressupõe que a exposição das vantagens ecológicas do tijolo solo-cimento em relação ao convencional no seu processo de produção e aplicação na alvenaria pode elucidar dúvidas quanto ao uso desse levando a um maior interesse da população por seu uso na construção. Espera-se que a partir dessas informações seja possível maior conscientização quanto a utilização de materiais sustentáveis na construção civil, como esse tipo de tijolo, reduzindo, portanto, o impacto ambiental.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar a sustentabilidade do tijolo ecológico solo-cimento em comparação ao tijolo cerâmico convencional.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Mostrar o processo de fabricação do tijolo solo-cimento e do convencional de argila;
- b) Comparar os processos de fabricação e aplicação do tijolo ecológico e do convencional em termos de sustentabilidade
- c) Evidenciar os benefícios ecológicos no processo de fabricação e aplicação do tijolo solo-cimento em relação ao convencional.

## 1.4 JUSTIFICATIVA

Esse projeto se apoia na premissa de que a maioria das construções civis fazem uso de tijolos convencionais de argila, que apresenta certos impactos ambientais na sua confecção e utilização, como a liberação de Gás Carbônico, decorrente da sua queima para curar, além de vários outros problemas ambientais que são gerados com uso de tijolos de argila, como a imensidão de resíduos gerados nas construções, produzindo uma grande quantidade de entulhos nas reformas e na construção civil (CORREA, 2009).

Diante desses fatos, torna necessário a busca de materiais eficientes e sustentáveis que causem menos impacto ambiental. Dessa forma a aplicação do tijolo fabricado de solo e cimento tem se mostrado como alternativa sustentável a ser utilizado nas construções. Nesse sentido mostrar os benefícios ecológicos de sua utilização pode contribuir para maior adesão quanto a seu uso.

## 1.5 METODOLOGIA

Em busca de maior conscientização da sociedade acerca do uso de materiais sustentáveis na construção civil, como é o caso do tijolo solo-cimento, o projeto buscou evidenciar as vantagens ecológicas no processo de fabricação e uso desse tijolo comparado ao tijolo convencional de argila.

A pesquisa teve um enfoque qualitativo, tendo como base inicial uma revisão bibliográfica, para melhor conhecimento e embasamento teórico acerca do assunto. Posteriormente foi realizado um estudo de caso em duas fábricas de tijolos, escolhidas por conveniência, uma de tijolo convencional e outra de tijolo solo-cimento.

De início também tinha a intenção visitar uma obra em construção com tijolo ecológico solo-cimento para mostrar os benefícios da aplicação do tijolo solo cimento na alvenaria, desde a planta até o acabamento, portanto não foi possível fazer esse acompanhamento, sendo assim então só foram feitas fotografias do tijolo já aplicado na construção já acabada, e as partes que mostra os benefícios da aplicação desse tijolo na construção foram retirados de artigos, dissertações, da própria obra visitada entre outros.

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio de artigos científicos, dissertações, legislação pertinentes, dados fornecidos das fábricas, entre outros. Para melhor visualização e compreensão a pesquisa utilizou imagens de autoria própria e de outra autoria, dos processos de fabricação, materiais, dentre outros e das visitas realizadas. A pesquisa qualitativa, de caráter explicativa a qual foi desenvolvida um estudo de caso com metodologia aplicada, buscando a aplicação prática dos conhecimentos (FERNANDES, 2003).

De acordo com Romanowisk (2006), a revisão bibliográfica visa fornecer conhecimentos mais elaborados sobre o trabalho a ser realizado, possibilitando o pesquisador correlacionar os resultados obtidos com outros autores.

Em uma pesquisa explicativa o pesquisador visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos (GIL, 2010).

O estudo de caso é um método que através da coleta de dados e da análise qualitativa, busca explicar fenômenos atuais inseridos no seu próprio contexto, fornecendo conhecimento mais aprofundados. Possui uma metodologia de pesquisa classificada como aplicada quando se busca a aplicação prática dos conhecimentos para a solução de problemas sociais (RODRIGUES, 2007).

Foram escolhidas por conveniência duas fábricas de tijolos, uma de tijolo convencional de argila, localizada na cidade de Riachinho MG, e outra de tijolo solo-cimento localizada em Bonfinópolis MG, para analisar a sustentabilidade nos processos de fabricação dos tijolos.

Para coleta de dados e posterior estudo comparativo dos processos de fabricação dos tijolos, foi elaborado um roteiro de coleta para a fábrica de tijolo de argila da Cerâmica Riachinho, conforme o apresentado no quadro 1, a seguir:

**QUADRO 1-** Roteiro de coleta de dados da fábrica de tijolo de argila

Nome fantasia/razão social	
Endereço	
Atua desde que ano?	
Fundadores/histórico	
Quantidade de funcionários	
Tipo/tamanho do tijolo produzido	
Dificuldades enfrentadas atualmente pela fábrica	
De onde vem a argila utilizada na fabricação	
Equipamentos utilizados para fabricação	
Matéria-prima utilizada na fabricação dos tijolos	
Etapas do processo de fabricação	
Tempo de produção	
De onde vem a madeira utilizada	
Produção mensal	
Custo do milheiro para o comprador	
Quantidade de madeira utilizada mensal	
Danos ecológicos encontrados	
Outras informações importantes	

**Fonte:** Elaborado pelo autor

A fim de analisar uma fábrica que representa a produção local de tijolo solo-cimento da região, optou-se pela escolha da fábrica de tijolos se solo-cimento Construtora MG, uma pequena fábrica que produz esse tipo de tijolo da região, localizada em Bonfinópolis de Minas na Rua Alameda Osias Gomes, N<sup>o</sup>: 346, bairro Cinelândia.

Com base na realização do estudo comparativo dos processos de fabricação dos tijolos, foi elaborado um roteiro de coleta de dados para a fábrica de tijolos de solo-cimento similar ao do tijolo de argila conforme o apresentado no quadro 02 a seguir:

**QUADRO 2** - Roteiro de coleta de dados da fábrica de tijolo de solo-cimento

Nome fantasia/razão social	
Endereço	
Atua desde que ano?	
Fundadores/histórico	
Quantidade de funcionários	
Tipo/tamanho do tijolo produzido	
Dificuldades enfrentadas atualmente pela fabrica	
De onde vem o solo utilizada na fabricação	
Equipamentos utilizados para fabricação	
Matéria-prima utilizada na fabricação dos tijolos	
Quantidade de funcionários	
Dimensões do tijolo	
Etapas do processo de fabricação	
Tempo de produção	
Produção mensal	
Custo do milheiro para o comprador	
Custos mensal com agua	
Custos mensal com energia elétrica	
Quantidade de madeira utilizada mensal	
Preço vendido	
Danos ecológicos encontrados	
Outras informações importantes	

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Para avaliar os benefícios ecológicos da aplicação do tijolo solo-cimento na alvenaria foi realizada a pesquisa em artigos, dissertações, entre outros.

A partir dos dados coletados e informações obtidas nas fábricas e na construção realizou se uma análise comparativa dos benefícios ecológicos nos processos de fabricação e uso deste tijolo na construção, buscando mostrar enfoque na sustentabilidade.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

A monografia está disposta em 5 capítulos. Sendo que o capítulo 1, contém as informações introdutórias sobre a pesquisa, contemplando também o problema da pesquisa a hipótese os objetivos e a justificativa.

O capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica do trabalho, descreve sobre a sustentabilidade na construção civil, processo de fabricação do tijolo solo-cimento, processo de fabricação do tijolo de argila e aplicação do tijolo solo-cimento na alvenaria.

Por sua vez, o capítulo 3 discorre a respeito da metodologia da pesquisa, descrevendo como foram coletados os dados nas fábricas e como esses dados estão organizados para fazer uma análise comparativa de benefícios.

Já o capítulo 4, são apresentadas os resultados e discursão da pesquisa, analisando ambos processos de fabricação e os benefícios da aplicação do tijolo ecológico na alvenaria, dando enfoque na sustentabilidade dos processos.

E por fim no capítulo 5 apresenta-se a conclusão do trabalho, fazendo uma breve síntese.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

O termo sustentabilidade é um dos temas mais discutidos atualmente, o conceito começou a ser elaborado em 1972 na conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente em Estocolmo, mas sua projeção só se tornou mundial em 1987. O conceito parte do princípio de que o atendimento as necessidades no presente não devem comprometer as futuras gerações (BRAGA, 2005).

O conceito de sustentabilidade envolve várias áreas de planejamento, na construção civil aborda temas como a utilização de materiais e técnicas inovadoras que gerem menos gastos dos recursos naturais, menos consumo de energia, menor poluição e menor impacto ambiental (YEMAL, TEIXEIRA, NÃÃ, 2011).

Os danos ambientais causados na construção civil são inúmeros, dentre eles a li liberação de Gás Carbônico resultante da queima dos tijolos convencionais, o gasto de madeira para a queima e na utilização de vigas, a alta quantidade de resíduos gerados nas construções e demolições, a destruição e modificação da topografia, dentre outros problemas causados (MOTA, 2014).

Dessa forma a solução dos problemas ambientais exige mudanças nas concepções tecnológicas, administrativas, visando um futuro melhor para as próximas gerações. Nesse contexto o tijolo ecológico busca viabilidade econômica ambiental, redução de custo, qualidade de vida, respeitando o meio ambiente (CORREA, 2009).

### **2.2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DOS TIJOLOS**

#### **2.2.1 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TIJOLOS SOLO-CIMENTO**

Segundo o SEBRAE, os equipamentos essenciais para confecção dos tijolos são poucos e simples, sendo eles, betoneira, prensa, pás, enxadas e carrinho de mão. A mão de obra também não precisa ser especializada, necessitando seguir as normas técnicas de fabricação para garantir qualidade do tijolo (SEBRAE, 2016).

De acordo com o ECO máquinas o solo a ser utilizado precisa ser livre de impurezas como pedras, materiais orgânicos, etc. Após retirar essas impurezas o solo deve ser triturado e passar em uma peneira para uniformizar o tamanho da partícula. Feito isso pode fazer a medição do volume ou massa dos componentes em proporções adequadas. Após, fazer a mistura, colocar na prensa, onde se obtém o tijolo, os tijolos devem ficar em processo de cura por vinte oito dias.

O processo de cura visa garantir a reatividade do cimento e a obtenção da máxima resistência do tijolo. Nesse processo os tijolos devem ser molhados intensivamente nas primeiras 6 horas e após, periodicamente por 7 dias (ABNT, 1994).

Para analisar a qualidade dos tijolos, utiliza-se os métodos de ensaio conforme a norma ABNT NBR 8492:2012- tijolo solo-cimento, os valores mínimos de resistência dos tijolos de 2,0 Mpa, com idade de 7 dias não deve ser inferior a 1,7 MPa, a absorção de água não deve ser superior a 22% ou 20% do seu volume (SILVA, 2007).

### **2.2.2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO TIJOLO CONVENCIONAL DE ARGILA**

Os tijolos cerâmicos são fabricados a partir da argila, possuem a cor avermelhada característica, além disso possui alta durabilidade. Segundo a ABNT NBR 15270-1 (2005), esse tipo de tijolo deve ser fabricado por conformação da matéria prima argilosa e queimados em altas temperaturas.

Dentro os tipos de tijolos utilizados na alvenaria os blocos de cerâmica destacam-se, sendo os mais utilizados no Brasil. De acordo com a ANICER (2009), o setor cerâmico representa 90% das alvenarias construídas no Brasil.

Para a fabricação desses tijolos são extraídas a argila e armazenada no local de fabricação. A argila passa por processos para diminuir o tamanho das partículas, passando pelo destorramento e posteriormente laminação com água, prensagem e corte em seguida as peças passam por um processo de secagem para posteriormente ser queimado em altas temperaturas (OLIVEIRA, 2011).

### **2.3 APLICAÇÃO DO TIJOLO SOLO-CIMENTO NA ALVENARIA**

Tendo o projeto arquitetônico em mãos, pode se iniciar a execução da obra. Primeiramente deve quantificar cada tipo de tijolo que será utilizado na obra, dentre

eles tem se: o modular com 25 x 12,5 x 7 cm e rendimento de 57 peças por metro quadrado; o meio com 12,5 x 12,5 x 7 cm, e a canaleta utilizado na execução de vergas e vigas nas dimensões de 25x12,5x7cm (WEBER, 2017).

Para evitar a retração dos tijolos e o surgimento de patologias deve se limitar o comprimento das paredes em 4 ou 5 metros de comprimento, caso haja necessidade da construção de paredes extensas é aconselhável a utilização de juntas de dilatação deixando dois milímetros de distância entre um tijolo e outro (SOUZA, 2008).

O processo de execução inicia com o nivelamento do piso e em seguida com a impermeabilização do local da alvenaria. Para assentamento dos tijolos utiliza se argamassa ou cola, após o assentamento da primeira fiada, coloca as barras de ferro para o graute, realizando furos na fundação em todos cantos de paredes, nas uniões em T, laterais de portas e janelas e a cada 75 centímetro de parede (WEBER, 2017).

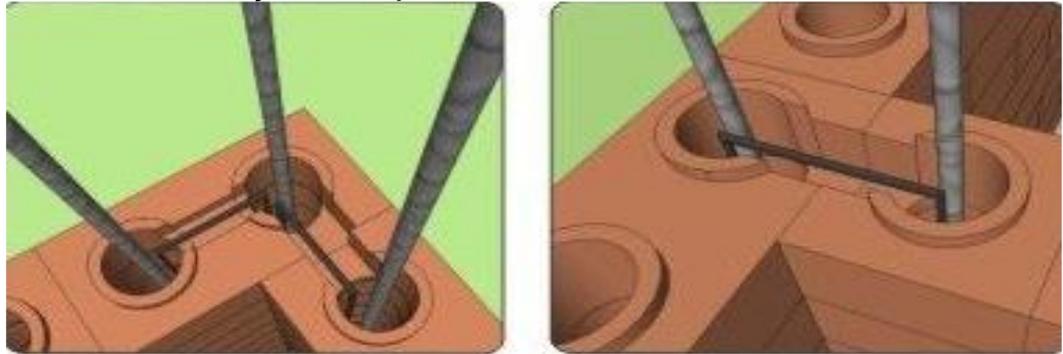
**FIGURA 2:** Fundação em tijolo solo-cimento



Fonte: WEBER (2017)

Os pilares devem ficar totalmente concretados, para isso o lançamento do graute é feito em etapas. A primeira cinta com amarração deve ser feita na parte inferior da janela, com tijolos tipo canaletas, na parte superior das janelas e portas se faz a segunda cinta para fechar os vãos, dessa forma são criadas vergas e contra vergas com o objetivo de evitar patologias. A depender do projeto se faz uma terceira cinta na última fiada. As cintas de amarração devem ser feitas em todas paredes independentes da presença ou não de janelas e portas (MORAIS, 2014).

**FIGURA 3:** Cintas e amarrações em tijolo solo-cimento



Fonte: Weber (2017)

Segundo Fraga (2017), os ductos formados pelos encaixes dos tijolos possibilitam a passagem da instalação elétrica e hidráulica, não necessitando fazer recortes nas paredes e gerar mais resíduos como acontece na alvenaria convencional.

**FIGURA 4:** instalação hidráulica e elétrica



Fonte: Mix máquinas (2012)

Após o acabamento das paredes inicia-se o telhado e a fase de acabamento. Os tijolos podem ficar à vista, não precisam ser pintados ou rebocados, que proporciona um acabamento perfeito.

### 3. RESULTADOS E DISCURSSÃO

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA FÁBRICA DE TIJOLO SOLO-CIMENTO VISITADA

A primeira visita foi realizada na fábrica de tijolos de solo-cimento, Construtora MG, localizada em Bonfinópolis de Minas MG, na Rua Alameda Osias Gomes N° 346, Bairro Cinelândia, a fábrica é uma pequena empresa familiar que iniciou as suas atividades na cidade no ano de 2013, atualmente tem uma produção mensal de dez mil tijolos, sendo que são produzidos dois tipos, o tijolo solo-cimento na medida 25x12,5x7 D= 6cm, e a canaleta na mesma medida. Segundo os proprietários após realizar o curso oferecido pela empresa que vende as máquinas que compressa os tijolos a Eco Máquinas, deu se início a produção. Por ser uma empresa pequena e familiar trabalham nela apenas o proprietário sua mulher e os dois filhos.

**FIGURA 5** - Fábrica de tijolos solo-cimento



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Os equipamentos que são utilizados na fabricação dos tijolos são poucos e simples sendo eles: pás, enxadas, carrinho de mão, peneira malha 3x3mm, triturador hidráulico de solo ECO TR S-70, betoneira e prensa hidráulica ECO Brava. As matérias primas utilizadas para a fabricação do tijolo são: solo arenoso, cimento e água.

O processo de fabricação dos tijolos inicia com a coleta do solo a quinze quilômetros do local de fabricação dos tijolos, a coleta e transporte do solo tem sido uma das dificuldades relatadas pelo proprietário na produção desse material, pois segundo ele sai trezentos reais a caçamba de solo com  $8\text{m}^3$ , incluindo o preço do transporte, solo, e máquina que coleta o solo.

Após descarregar o solo na fábrica, passa por um processo para retirada de materiais orgânicos como folhas, pedras e raízes e posteriormente o solo passa por um processo de destorroamento no triturador hidráulico, depois é peneirado para ter uniformidade das partículas.

A medida dos materiais é feita de acordo o tipo de tijolo produzido, para tijolo que vai no piso a proporção é três partes de solo para uma de cimento, já para o tijolo de levantar parede é 5 medidas de solo para 1 de cimento. Após definir qual tijolo será realizado faz a medição do volume ou massa dos componentes e em seguida faz a mistura das matérias primas que ocorre em uma betoneira.

Para umidificar a mistura, deve se realizar gradativamente a adição da água até chegar ao ponto ideal, a umidade tem função de melhorar a compactação dos materiais sem que o tijolo grude na prensa ou esfarele ao ser retirado. Para saber o ponto de umidificação da mistura o proprietário usa uma técnica de apertar a massa na mão, ao fazer isso e a massa compactar como na imagem 6, encontra se no ponto ideal para ser colocado na prensa que dará formato ao tijolo.

**FIGURA 6** – Ponto ideal da massa de tijolo solo-cimento



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após encontrar o ponto ideal de umidade a massa é colocada na prensa que dará formato ao tijolo.

**FIGURA 7 – Prensa de tijolo solo-cimento**



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Ao sair da prensa o tijolo passa por um processo de cura para garantir a reatividade do cimento e a obtenção da máxima resistência. Durante esse processo os tijolos devem ser molhados intensivamente nas primeiras 6 horas após a fabricação, e periodicamente por 7 dias. O local onde os tijolos são curados é coberto para evitar contato direto com o sol, vento e chuva.

O proprietário não faz testes de resistência nos tijolos, ele apenas segue as normas ABNT de fabricação do tijolo solo-cimento.

De acordo com o proprietário a procura do tijolo para construção de casa ainda é muito pouca, segundo ele falta pedreiro que saiba trabalhar com o material, por isso não há tanta procura para ser utilizado na construção de casas. Segundo ele as pessoas que procuram o tijolo são para fazer churrasqueiras, pilares e paredes de tijolinho que ficam a mostra, mas quase nunca para construir uma casa inteira. Além disso as pessoas acham caro o milheiro do tijolo.

O proprietário da fábrica de tijolos solo-cimento, também sabe construir casas com esse tipo de tijolo, durante o curso realizado pela ECO Maquinas, ele aprender a confeccionar o tijolo e aplica-lo na alvenaria.

As colunas/pilares podem ser feitas como mostra a figura 8.

**FIGURA 8** – Amostra de modelos de pilares/colunas



Fonte: Elaborado pelo autor.

### **3.2 CARACTERIZAÇÃO DA FÁBRICA DE TIJOLO DE ARGILA VISITADA**

A visita à fábrica de tijolos de argila, foi realizada em Riachinho MG. A fábrica localiza se na Rua Canabrava, Nº 1930 e funciona desde 1997.

A empresa possui 12 funcionários, e atualmente produz 150 mil tijolos mensais. Uma das principais dificuldades relatadas pelo proprietário foi a dificuldade para obter licença ambiental para a extração de argila. A argila é retirada em uma jazida a 15 quilômetros do local da fábrica. A figura 9 demonstra o local de funcionamento da empresa.

**FIGURA 9** - Fábrica de tijolos de argila em Riachinho MG



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Nessa época que se inicia o período chuvoso, são armazenadas grandes quantidades de argila nas dependências da fábrica, visto que, durante o período chuvoso a extração de argila fica suspensa.

**FIGURA 10** – Armazenamento da argila na fábrica



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

São gastas grandes quantidades de madeira para cozimento e cura dos tijolos, segundo o proprietário são gastos 100m<sup>3</sup> de madeiras mensal. A madeira utilizada nos fornos para a queima dos tijolos vem de desmates da região e de eucalipto reflorestado.

Os equipamentos utilizados para a fabricação dos tijolos de argila são: caixão, misturador, laminador, maromba e cortador de tijolos, estufa e fornos. As matérias primas são apenas argila e água.

Após a coleta de argila na jazida, ela é transportada até a fábrica onde fica armazenada. Na fábrica a argila é colocada através de caçambas em um caixão que alimenta as esteiras e posteriormente leva a argila para ser triturada.

Após a trituração a argila passa por um processo de umidificação, posteriormente por laminação e em seguida segue por uma para moldagem do tijolo.

A figura 11, abaixo, mostra o caixão onde é colocada argila para ser direcionado para o processo de trituração e umidificação como mostra na imagem 12, e posteriormente a argila é prensada conforme é representado na figura 13.

**FIGURA 11-** Caixão que alimenta as esteiras



Fonte: Elaborado pelo autor

**FIGURA 12 –** Trituração da argila



Fonte: Elaborado pelo autor

**FIGURA 13:** Prensa de tijolos

Fonte: Elaborada pelo autor

O processo desde onde a argila começa a ser misturada até onde se obtém o formato de tijolo é todo automatizado, necessitando apenas de um funcionário para controlar todo o processo.

Após os tijolos serem formados eles vão para uma estufa, onde ficam por cinco dias secando como mostra a imagem 14.

**FIGURA 14 –** Estufa de secagem

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a secagem os tijolos são levados para os fornos onde são cozidos durante três dias em altas temperaturas de 600°C a 1000°C. Os fornos de cozimento são representados na figura 15, a seguir:

**FIGURA 15** – Fornos de cozimento dos tijolos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o cozimento dos tijolos eles são retirados dos fornos e ficam esfriando por 3 dias.

Não foi observado um controle de qualidade dos tijolos e nem testes de resistências. Os tijolos são vendidos para as lojas de materiais de construção locais.

### **3.3 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS FÁBRICAS DE TIJOLOS**

Por meio das perguntas realizadas e das informações coletadas nas fábricas pode se traçar um estudo comparativo entre ambas, conforme ao apresentado no quadro 3.

**QUADRO 3 – Comparativo entre as fábricas**

MATERIAL	TIJOLO SOLO-CIMENTO	TIJOLO DE ARGILA
EQUIPAMENTOS	Pás, enxada, carrinho de mão, betoneira, triturados hidráulico, peneira, prensa.	Caixão, misturador, laminador, marmomba, cortador de tijolos
MATÉRIAS PRIMAS	Solo arenoso, cimento e água.	Água e argila
TIPOS DE TIJOLO PRODUZIDO	Tijolo solo-cimento convencional na medida 25x12,5x7 cm e a canaleta na mesma medida.	Convencional na medida 9,5x19x27cm.
ETAPAS DE PRODUÇÃO	Retirada de matérias orgânicas do solo, destorramento, peneiração, mistura, compressão e cura.	Mistura, trituração, umidificação, prensa/molde, secagem, cozimento, resfriamento.
TEMPO DE PRODUÇÃO	200 a 300 unidades por/h	1000 unidade por/h
PRODUÇÃO MENSAL	10.000 tijolos.	150.000 mil tijolos.
CUSTO DO MILHEIRO	R\$1000,00	R\$600,000
PRINCIPAIS DIFICULDADES	Falta de conhecimento das pessoas sobre o produto. Dificuldade de encontrar pedreiro que sabe trabalhar com esse tipo de tijolo. As pessoas acham caro.	Dificuldade de obter licença ambiental para retirada da argila.
DANOS ECOLÓGICOS ENCONTRADOS	Não foram encontrados danos ecológicos	Corte de árvores, retirada de material de argila nas jazidas, liberação de CO <sub>2</sub> .

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Foi observado que a fábrica de tijolos de argila por ter mais tradição e estar mais tempo no mercado possui uma estrutura bem maior em relação a de solo cimento que ainda é bastante nova e está se consolidando em um mercado não tão tradicional quanto ao de tijolos de argila.

A fábrica de tijolos de argila possui equipamentos mais sofisticados e maior automação, e também mais funcionários, enquanto a de tijolos de solo-cimento os equipamentos são mais simples e os processos são mais manuais.

Foi observado que a produção de tijolos de argila é bem maior que a de tijolos de solo-cimento, grande parte se deve pela tradição dos tijolos de argila. Os tijolos de solo-cimento por ter menos profissionais que saibam trabalhar com eles tem menor

procura, sendo que essa foi uma das dificuldades levantadas pelo proprietário da fábrica.

Enquanto as dificuldades relatadas na fábrica de solo-cimento serem a falta de conhecimento das pessoas acerca de como aplicar o material na alvenaria e dificuldades com a coleta e transporte do solo, na fábrica de tijolo de argila a maior dificuldade é a obtenção de licenciamento ambiental para extração de argila. A fábrica de solo-cimento não possui as máquinas para a coleta e transporte do solo, enquanto de argila possui.

Comparando o preço do milheiros dos tijolos, foi observado que o de tijolos de solo-cimento encontra se mais elevado, no entanto para ser avaliado a economia na alvenaria utilizando tijolo solo-cimento, deve ser analisada a obra como um todo, pois se por um lado o cliente vai gastar mais para comprar um milheiro de tijolo solo-cimento ele irá economizar com cimento para reboco, assentamento dos tijolos, tinta, madeira, ferragem, além de ter um menor desperdício de materiais quando se usa esse tipo de tijolo.

Os tijolos de solo-cimento são vendidos pelo próprio fabricante, enquanto os tijolos de argila vão para as lojas de materiais de construção da região.

Quando se compara o processo de produção de ambos tijolos, observa se que a fábrica de tijolos de argila produz uma quantidade mensal bem maior que a de solo cimento, mas os processos de cura do tijolo de argila, demanda um tempo maior em relação ao de solo cimento.

A fábrica de tijolos de argila possui equipamentos mais sofisticados e maior automação, e também mais funcionários, enquanto a de tijolos de solo-cimento os equipamentos são mais simples e os processos são mais manuais.

Quanto aos danos ecológicos encontrados pode se observar que o processo de fabricação dos tijolos de argila causa mais danos ecológicos que os de solo-cimento. Foi observado que esse primeiro necessita de grandes quantidades de madeira, que na maior parte vem de desmate de madeira nativa da região. Na figura 16 é demonstrada a madeira separada, utilizada no forno.

**FIGURA 16:** Madeira para fornos

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Foi observado também uma grande quantidade de fumaça saindo dos fornos da fábrica de tijolos de argila, essa fumaça composta por  $\text{CO}_2$  contribui para o aumento do efeito estufa. Enquanto na fábrica de solo-cimento não foram evidenciados fatores que causem danos ao meio ambiente. A água utilizada para cura dos tijolos é um recurso renovável.

**FIGURA 17:** Liberação de gás carbônico dos fornos

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Comparando a sustentabilidades nos processos de fabricação de ambos, observa-se que a fábrica de tijolo de solo-cimento se mostra bastante ecológica, pois não necessita de cortar árvores para ser utilizadas no processo de cura dos tijolos, além disso na cura dos tijolos não emite gás carbônico como na fabricação dos tijolos de argila. Dessa forma avaliou-se que o processo de fabricação dos tijolos de solo-cimento causa menos impactos ambientes em relação ao tijolo de argila.

#### **4 BENEFÍCIOS ECOLÓGICOS DA APLICAÇÃO DO TIJOLO SOLO CIMENTO NA ALVENARIA**

De início o trabalho tinha a intenção de acompanhar e mostrar na prática a aplicação do tijolo ecológico solo-cimento desde a base até o acabamento na alvenaria, bem como mostrar os benefícios reais de sua aplicação, mas como não foi possível realizar esse acompanhamento, foram realizados uma revisão bibliográfica sobre os benefícios da aplicação desse tipo de material na construção civil.

De acordo as pesquisas realizadas os estudos mostram que, para realizar uma construção utilizando tijolo ecológico de solo cimento, primeiro é preciso contratar um profissional que saiba trabalhar com esse tipo de tijolo, pois muitos pedreiros não tem a afinidade de trabalhar com esse material, podendo não sair como o esperado e acontecer fissuras e patologias nas paredes.

A empresa ECO Máquinas que vende as máquinas para produzir o tijolo dá o curso de como produzir e também de como aplica-lo na alvenaria, o fabricante de tijolos de solo-cimento localizado em Bonfinópolis MG, o qual foi realizada a visita à fábrica, além de fabricar também sabe aplicá-lo na alvenaria. Para tanto segundo ele realizou-se um curso no qual ensina o processo de aplicação do tijolo solo-cimento na alvenaria.

Estudos mostram que um dos benefícios ecológicos da aplicação do tijolo ecológico na construção é a baixa quantidade de entulhos gerados. Nas construções com tijolos de argila ocorre a necessidade de quebrar as paredes para fazer a instalação elétrica e hidráulica, construções com tijolos de solo-cimento todas as instalações são passadas por dentro dos furos dos tijolos não necessitando quebrar paredes. Também não necessita de madeira para ser usadas como vigas.

Os Resíduos causados de Construção Civil (RCC), tem sido de grande preocupação, pois poluem o solo, degradam a paisagem, além de favorecer a proliferação de mosquitos vetores de doenças. Nos países da união europeia cerca de 20 a 30% dos resíduos gerados são oriundos de canteiros de obras (WEBER, 2017). Já no Brasil estima se que é gerado anualmente cerca de 0,50 t de RCC por habitante anualmente em algumas cidades brasileiras, há ainda uma dificuldade de quantificar esses valores podendo ser até maiores (LEITE et al, 2016). Outros estudos mostram que os

RCC representam aproximadamente de 20 a 30% dos resíduos sólidos gerados pelas cidades dos países desenvolvidos, nos países em desenvolvimento esses índices são bem maiores (BRASILEIRO, et al, 2015). A figura 15 ilustra a quantidade de resíduos gerados em uma obra de construção civil.

**FIGURA 18** – Lixo de construção civil



**Fonte:** Filho, (2018).

Outro benefício evidenciado no processo construtivo com tijolo solo-cimento é a economia, de acordo com o SEBRAE, pode ocorrer uma economia de até 30% em relação a alvenaria tradicional, isso porque os encaixes favorecem o alinhamento e prumo da parede gastando menos tempo de construção como mostrado na figura 11. Ainda ocorre uma economia de madeira, que são utilizadas na alvenaria tradicional para caixarias de pilares e vigas, economia de 50% de ferro, 70% de argamassa e concreto, além disso não necessita rebocar ou pintar, economizando ainda mais.

De acordo com o Neto, (2010), em uma obra convencional 1/3 do material vai para o lixo. A economia também decorre por ter menos desperdício de materiais, por não necessitar de quebrar paredes para passar as instalações elétrica e hidráulicas (SAMPAIO e NUNES, 2017).

Neto (2010) ainda diz que além das vantagens ecológicas existem outras vantagens do uso desse sistema construtivo, entre os quais podemos citar: menor sobrecarga na estrutura, pois as colunas são embutidas nos furos. Os pesos das fundações

também são aliviados evitando gastos com estacas mais profundas e sapatas maiores.

O conforto também tem sido um dos benefícios citado por alguns autores, segundo estudos, tem mostrado que os furos dos tijolos formam câmaras térmicas que evitam, que o calor externo penetre no interior da casa. Cordeiro (2017), nos dias frios a temperatura interna é mantida mais elevada que o ambiente externo, e no calor a temperatura interna mantém mais baixa que a externa, dando uma sensação agradável de frescor.

Essas câmaras também formam um isolamento acústico entre o ambiente interno e externo, proporcionando maior qualidade de vida a quem está dentro do imóvel.

O isolamento acústico e térmico proporciona maior conforto ao morador, como mostra a figura 19.

**FIGURA 19:** Isolamento acústico e térmico



Fonte: FIAIS e SOUZA (2017).

Segundo Renato Oliveira, professor do Departamento de construção civil da Universidade Regional do Cariri, as construções com tijolo ecológico de solo-cimento atendem o tripé do desenvolvimento sustentável, pois auxiliam no problema do déficit habitacional, já que o solo para confecção dos tijolos possui em abundância na natureza e os equipamentos para fabricação são simples.

**FIGURA 20** – Casa de tijolo de solo-cimento



**Fonte:** Tilego (2019).

Além de todos benefícios citados, as paredes construídas com esse tipo de tijolos têm um bonito acabamento como mostra a figura 20.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos estudos comparativos entre as fábricas conclui-se que o tijolo de solo-cimento se apresenta mais sustentável que o tijolo convencional de argila, no processo de fabricação não necessita cortar árvores para ser utilizados nos fornos que cura os tijolos e também como a cura é realizada com água, não ocorre a liberação de gás carbônico na atmosfera, logo não contribui para o aumento do efeito estufa.

Já no processo de aplicação na alvenaria, o tijolo de solo-cimento mostra mais sustentável por não gerar tantos resíduos de construção civil na obra, além de não precisar de madeira para escoramento e caixa de pilares.

Nos processos de produção dos tijolos foi observado que os equipamentos para fabricação dos tijolos solo-cimento são mais simples e manuais que os que fabricam os tijolos de argila.

Quanto a economia observou-se o preço do milheiro do tijolo de solo-cimento se encontra bem mais elevado que o de argila, mas que para ser avaliado a economia na alvenaria, precisa ser avaliado a obra como um todo. Quando se avalia dessa forma observa-se maior economia com o uso do tijolo de solo-cimento.

Quanto as dificuldades das empresas, conclui-se que a falta de conhecimento da população acerca da qualidade e dos benefícios do tijolo ecológico bem como a falta de profissionais que saibam aplica-los na alvenaria, é um dos principais problemas para quem produz esse tipo de material, levando a venda e utilização menor ao que poderia ser utilizado.

Já em relação ao tijolo de argila, como é bem tradicional sua utilização não há problemas quanto a comercialização desse produto, suas dificuldades estão na obtenção de licença ambiental.

Quanto aos benefícios ecológicos da aplicação e utilização do tijolo ecológico são muitos maiores em relação ao de argila, mas a falta de conhecimento da população dificulta o uso desse produto na construção.

## REFERÊNCIAS

ANICER - Associação Nacional da Indústria Cerâmica (Brasil). **Dados da Indústria Cerâmica no Brasil**. Disponível em: Acesso em: 10 de outubro 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Solo-cimento na habitação popular**. São Paulo, 2000. 12p. Biblioteca(s): Embrapa Agroindústria Tropical.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT **NBR 10834**: Bloco Vasado de Tijolo solo-cimento sem função estrutural, 1994.

**NBR 8491**: Tijolo de solo-cimento - Requisitos. Rio de Janeiro, 2012.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; MIERZWA, J.C.; BARROS, M.T.L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia ambiental**: O desafio do desenvolvimento sustentável. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2005

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. **Revisão bibliográfica**: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. Cerâmica, São Paulo, v. 61, n. 358, p. 178-189, jun. 2015 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0366-69132015000200178&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132015000200178&lng=pt&nrm=iso)>. acesso em 15 out. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613581860>.

CORDEIRO, C. R.; MACHADO, V. C. **Sustentabilidade na fabricação do tijolo solo-cimento**: estudo comparativo com blocos convencionais. 2017, 75f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Aparecida de Goiânia, 2017.

CORRÊA, L. **Sustentabilidade na construção civil**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Belo Horizonte – MG. 2009.

DANTAS, VB. **Desenvolvimento de blocos de solo cimento utilizando argissolo com incorporação de material armazenador de calor por mudança de fase (MMFs)**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015.

FERNANDES L. A.; GOMES, J. M. M. **Relatório de pesquisa nas Ciências Sociais**: Características e modalidades de investigação. ConTexto, Porto Alegre, v. 3, n. 4, 2003.

FIAIS, BB; DE SOUSA, DN; **Construção sustentável com tijolo ecológico**. Revista Engenharia em Ação Uni Toledo, v. 2, n. 1, 2017.

FILHO, HRP. **Aprendendo a gerenciar os resíduos da construção civil com a norma técnica.** 2017. <<https://qualidadeonline.wordpress.com/2017/04/13/aprendendo-a-gerenciar-os-residuos-da-construcao-civil-com-a-norma-tecnica/>> acessado em 22 de outubro de 2019.

FILHO, EMF; **Solo-Cimento.** Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/sem-faz/solocimento.htm/>>. Acesso em 06 de maio de 2019. Eng°. Agrimensor, Técnico em Assuntos Educacionais (Escola Média de Agropecuária Regional da CEPLAC/EMARC – URUÇUCA – BAHIA).

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007

LEITE, CA, DAMASCENO, JLC, REIS, AM, ALVIM M. **Gestão de resíduos na construção civil:** Um estudo em Belo Horizonte e região metropolitana. Ver eletrônica de engenharia civil, V14, N°1, pág 159-175. Jan 2018.

MIX Máquinas. **Máquinas de tijolo ecológico.** Disponível em <https://mixmaquinas.com.br/>. Acessado em 14 de outubro de 2019.

MORAIS, M.B.; CHAVES, A.M.; JONAS, K.M. **Análise da viabilidade de aplicação do Tijolo ecológico na construção civil contemporânea.** Revista Pensar Engenharia, v.2, n. 2, p.1-12, julho, 2014.

MOTTA, C. J.; MORAIS, W. P.; ROCHA, N. G. **Tijolo de Solo Cimento:** Análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis. Belo Horizonte: 2014.

NETO, O. **Construções ecológicas com eco tijolos:** Tijolos ecológicos modulares de solo-cimento. Publicação 14/01/10. Disponível em: <<http://ecotijolos.wordpress.com/2010/01/14/construcoes-ecologicas-com-ecotijolos-tijolos-ecologicos-modulares-de-solo-cimento/>> Acesso em: 12 de abril de 2019.

OLIVEIRA, R. **Mercado nacional dos tijolos ecológicos, potencialidades e desafios.** Departamento de construção civil da Universidade Regional do Cariri, BA.

PISANI, MAJ. **Um material de construção de baixo impacto Ambiental: o tijolo de solo-cimento.** Rev. Sinergia, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 53-59, jan. /jun. 2005.

SEBRAE. **Como montar uma fábrica de tijolos ecológicos.** Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-fabrica-de-tijolosecologicos,ce387a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>> Acesso em: 20 de abril de 2019.

RODRIGUES, William Costa. **Metodologia Científica,** 2007. Disponível em: <[http://unisc.br/portal/upload/com\\_arquivo/metodologia\\_cientifica.pdf](http://unisc.br/portal/upload/com_arquivo/metodologia_cientifica.pdf)>. Acesso em: 16/05/2019.

ROMANOWSKI, Joana Paulim, Romilda Teodora Ens. **As pesquisas denominadas do tipo “Estado de arte” em educação.** Diálogo Educacional, Curitiba, v.6, n.19, 37-50, 2006.

SAMPAIO, Guilherme Santos; NUNES, Ingrid Elena Schnoor. **Estudo interdisciplinar da viabilidade de aplicação do tijolo de solo-cimento na construção civil: Economia aliada à sustentabilidade.** Janus, v. 12, n. 22, 2017

SILVA, A. V. e. **Análise do processo produtivo dos tijolos cerâmicos no estado do Ceará:** da extração da matéria-prima à fabricação. Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil. UFC - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza – CE.

SOUZA MIB; SEGATINI, AAS; PEREIRA, JÁ. **Tijolos prensado de solo cimento confeccionado com resíduo de concreto.** Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, V.12, N<sup>o</sup> 2, p 205-212, 2008.

TÉCHNE: A revista do Engenheiro Civil. **Alvenaria de tijolos de solo-cimento,** São Paulo, n. 87, jun. 2004. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/87/artigo285631-1.aspx>>. Acesso em: 25 de abril de 2019.

TILEGO. O tijolo modular ecológico e inteligente. Disponível em <<http://www.tilego.com.br/site/>>. Acessado em 14 de outubro de 2019.

WEBER, E; CAMPOS, RF; BORGA, T. **Análise da eficiência do tijolo ecológico solo cimento na construção civil.** Revista Agnis caçador, V.6, n.2, p 18-38 agosto 2017.

YEMAL, J. A.; TEIXEIRA, N. O. V.; NÄÄS, I. A. **Sustentabilidade na construção civil.** INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 3., 2011, São Paulo. Anais... São Paulo, 2011. pp. 1-10.